

#2

Patent  
Attorney's Docket No. 027260-518

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of	)	
	)	
Takashi HASHIMOTO, et al.	)	Group Art Unit: Not Assigned
	)	
Application No.: Not Assigned	)	Examiner: Not Assigned
	)	
Filed: March 4, 2002	)	
	)	
For: OPTICAL FIBER HOLDING DEVICE...	)	
	)	
	)	
	)	
	)	

10/086363  
03/04/02



**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-376169

Filed: December 10, 2001

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: March 4, 2002

By: Platon N. Mandros, RN 30888, for  
Platon N. Mandros  
Registration No. 22,124

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC995 U.S. PTO  
10/086363  
03/04/02

This is to certify that the annexed is a true copy of  
the following application as filed with this Office.

Date of Application : December 10, 2001

Application Number : Japanese Patent Application No. 2001-376169

Applicant(s) : MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA

This 18th day of January, 2002

Commissioner,  
Japan Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3116075

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC996 U.S. PTO  
10/086363  
03/04/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application: 2001年12月10日

出願番号  
Application Number: 特願2001-376169

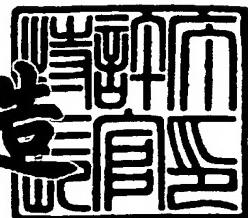
[ ST.10/C ]: [JP2001-376169]

出願人  
Applicant(s): 三菱電機株式会社

2002年 1月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3116075

【書類名】 特許願  
【整理番号】 534364JP01  
【提出日】 平成13年12月10日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02B 6/10  
G02B 5/18

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 橋本 孝志

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 橋本 実

## 【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100066474

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 田澤 博昭

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088605

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 公延

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020640

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ保持装置、光分散等化器及び光ファイバ保持装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバと、

直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、

上記光ファイバと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えたことを特徴とする光ファイバ保持装置。

【請求項2】 光ファイバは短冊状部材の溝の壁面に非接触であることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ保持装置。

【請求項3】 グレーティングを有する光ファイバと、

上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、

直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、

上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えたことを特徴とする光ファイバ保持装置。

【請求項4】 光ファイバは短冊状部材の溝の壁面に非接触であることを特徴とする請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項5】 光ファイバはヒータに接触していることを特徴とする請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項6】 グレーティングに与えられている所定の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持するためのペルチェ素子と、

このペルチェ素子を制御するために光ファイバの温度を検出する温度センサとを備えたことを特徴とする請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項7】 基板上に短冊状部材を配置するための位置決め用マーカが形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項8】 ゲル状物質はシリコン系化合物を含むことを特徴とする請求

項1又は請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項9】 短冊状部材は石英からなることを特徴とする請求項1又は請求項3記載の光ファイバ保持装置。

【請求項10】 グレーティングを有する光ファイバと、  
上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、  
このヒータの温度制御を行うヒータ制御回路と、  
直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、  
上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板と、  
上記グレーティングに与えられている所定の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持するためのペルチエ素子と、  
上記光ファイバの温度を検出する温度センサと、  
この温度センサが検出した温度に基づき上記ペルチエ素子を制御するペルチエ素子制御回路と、  
光信号を上記グレーティングに入力し、上記グレーティングにより反射された光信号を出力する光サーチュレータとを備えたことを特徴とする光分散等化器。

【請求項11】 グレーティングを有する光ファイバと、  
上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、  
直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、  
上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えた光ファイバ保持装置の製造方法であって、  
上記短冊状部材の溝に上記ゲル状物質を充填する第1のステップと、  
上記ゲル状物質が充填された上記短冊状部材の溝に、上記光ファイバを収容する第2のステップと、  
上記ゲル状物質が充填され上記光ファイバが収容された短冊状部材を上記ヒータが搭載されている上記基板上に搭載する第3のステップと、  
上記短冊状部材を上記基板上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータに対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたことを特徴とする光ファイバ

保持装置の製造方法。

【請求項12】 グレーティングを有する光ファイバと、  
上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、  
直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間  
隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、  
上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えた光ファイバ保持装置の  
製造方法であって、  
上記短冊状部材を上記ヒータが搭載された上記基板上に固定する第1のステッ  
プと、  
上記基板上に固定された上記短冊状部材の溝に上記ゲル状物質を充填する第2  
のステップと、  
上記ゲル状物質が充填された上記短冊状部材の溝に上記光ファイバを挿入して  
収容する第3のステップと、  
上記光ファイバを上記ヒータ上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータ  
に対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたことを特徴とする光ファイ  
バ保持装置の製造方法。

【請求項13】 グレーティングを有する光ファイバと、  
上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、  
直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間  
隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、  
上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えた光ファイバ保持装置の  
製造方法であって、  
上記光ファイバを上記基板上に搭載されている上記ヒータ上に載せる第1のス  
テップと、  
上記ヒータ上に載せられている光ファイバに上記ゲル状物質を塗布する第2の  
ステップと、  
上記短冊状部材を上記基板上に搭載し、上記短冊状部材の溝に上記光ファイバ  
を収容する第3のステップと、  
上記短冊状部材を上記基板上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータに

に対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたことを特徴とする光ファイバ保持装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は光ファイバ通信システム用の光ファイバを保持する光ファイバ保持装置、光ファイバを伝搬する複数の波長の光信号の波長分散を補償するための光分散等化器、及び光ファイバ保持装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図14は従来の光ファイバ保持装置の構成を示す図であり、図において、1はコアとクラッドからなる光ファイバ、2は光ファイバ1のコアの一部に形成され、光ファイバ1を伝搬する複数の波長の光信号を反射させるグレーティング、3はグレーティング2に所定の温度分布を与える薄膜で形成されたヒータ、4はヒータ2を搭載する例えば石英からなる基板である。ここで、グレーティング2は光ファイバ1を伝搬する複数の波長の光信号の波長分散を補償するためのものである。

【0003】

図14に示すように、光ファイバ1を薄膜で形成されたヒータ3上に直接搭載しているが、グレーティング2に所定の温度分布を与るために、グレーティング2の長手方向と短手方向を正確にヒータ3上に位置合わせを行って搭載する必要がある。グレーティング2の長手方向のヒータ3に対する位置合わせは、グレーティング2の両端の光ファイバ1の表面に付加されたグレーティング2の位置決め用マーカ（図示せず）がヒータ3の両端にくるように行う。また、グレーティング2の短手方向のヒータ3に対する位置合わせは、グレーティング2の長手方向の軸心がヒータ3の幅の中心にくるように行う。

【0004】

グレーティング2の長手方向及び短手方向のヒータ3に対する位置合わせは、光ファイバ1に張力を与えた状態で顕微鏡を使用して位置を確認しながら行われ

るが、光ファイバ1の直径が $125\mu m$ 程度で、ヒータ3の幅は数十 $\mu m$ 程度（例えば $60\mu m$ ）であるので、グレーティング2をヒータ3上に正確に位置合わせをして搭載することが難しく、煩雑な作業で多くの作業時間が必要である。また、位置合わせ後にグレーティング2の両端の光ファイバ1の部分を固定するだけで、グレーティング2の部分を固定していないために、グレーティング2の部分がヒータ3に対して位置ずれを起こす可能性がある。

#### 【0005】

図15は従来の他の光ファイバ保持装置の構成を示す図であり、図において、5はグレーティング2を有する光ファイバ1を基板4に固定する接着剤であり、その他の構成は図14に示すものと同様である。図15に示すように、光ファイバ1のグレーティング2の部分が図14の光ファイバ保持装置と同様にしてヒータ3上に搭載され、その上から接着剤5を塗布して光ファイバ1を基板4上に固定している。接着剤5の代わりに接着性を有するペーストや樹脂でも良い。

#### 【0006】

この場合、接着剤5の塗布時において、接着剤5の粘性によりグレーティング2が動いてしまい、ヒータ3に対して位置ずれを起こしてしまう。また、接着剤5の硬化時においても、硬化による接着剤5の体積変化でグレーティング2が動いてしまい、ヒータ3に対して位置ずれを起こしてしまう。また、接着剤5の硬化時の体積変化による応力が光ファイバ1に印加され、この応力印加によって光ファイバ1のコアの形状が変形することにより複屈折が発生し、結果として偏波モード分散特性が劣化する。

#### 【0007】

ここで、偏波モード分散（PMD；Polarization Mode Dispersion）について説明する。シングルモード光ファイバ中の光信号は、2つの直交偏光モードからなる1つの伝搬モードとして存在する。何らかの外乱の影響でこの2つの直交偏光モードがその特性を変化させ、その結果、正規の伝搬モードから変化することを偏波モード分散という。この外乱の結果として複屈折が発生するが、この外乱の主なものとして、コア形状の不均一性、コア内材料組成の不均一性、応力印加によるコアの形状の変形、コア内温度の不均一性

等があげられる。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の図14に示す光ファイバ保持装置は以上のように構成されているので、グレーティング2をヒータ3上に正確に位置合わせをして搭載することが難しく、搭載後もグレーティング2がヒータ3に対して位置ずれを起こす可能性があるというという課題があった。

## 【0009】

また、図15に示す光ファイバ保持装置では、接着剤5の塗布時において、接着剤5の粘性により、グレーティング2がヒータ3に対して位置ずれを起こしてしまふと共に、接着剤5の硬化時において、硬化による接着剤5の体積変化により、グレーティング2がヒータ3に対して位置ずれを起こしてしまうという課題があった。

## 【0010】

さらに、図15に示す光ファイバ保持装置では、接着剤5の硬化時の体積変化による応力が光ファイバ1に印加され、偏波モード分散特性が劣化するという課題があった。

## 【0011】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、光ファイバ1の搭載時にグレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを容易にでき、搭載後もグレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起さず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができる光ファイバ保持装置、光分散等化器及び光ファイバ保持装置の製造方法を得ることを目的とする。

## 【0012】

上記課題に関連する技術として、日本国特許の特開2000-206347号公報に開示された「光ファイバ回折格子を有する光学装置」がある。これは、回折格子が形成された光ファイバを温度補償する温度補償デバイスと、光ファイバをV字状の溝が形成された2つの基材で保持するものである。また、米国特許のU.S.P.5, 671, 307号の“USE OF A TEMPERATURE GRADIENT TO IMPOSE A

CHIRP ON A FIBRE BRAGG GRATING”には、V字溝が設けられた真鍮プレートに光ファイバを埋め、その間隙にサーマルコンパウンドを充填し、真鍮プレートの両側をペルチェ装置で掘んで温度制御を行うことが開示されている。

【0013】

しかし、これらの公報に開示された技術では、光ファイバを所定位置に保持することはできるが、光ファイバに印加された応力による偏波モード分散特性の劣化を防止することはできない。

【0014】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、光ファイバと、直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、上記光ファイバと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えたものである。

【0015】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、光ファイバが短冊状部材の溝の壁面に非接触であることを特徴とするものである。

【0016】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、グレーティングを有する光ファイバと、上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板とを備えたものである。

【0017】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、光ファイバが短冊状部材の溝の壁面に非接触であることを特徴とするものである。

【0018】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、光ファイバがヒータに接触していることを特徴とするものである。

【0019】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、グレーティングに与えられている所定の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持するためのペルチェ素子と、このペルチェ素子を制御するために光ファイバの温度を検出する温度センサとを備えたものである。

【0020】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、基板上に短冊状部材を配置するための位置決め用マーカが形成されていることを特徴とするものである。

【0021】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、ゲル状物質がシリコン系化合物を含むことを特徴とするものである。

【0022】

この発明に係る光ファイバ保持装置は、短冊状部材が石英からなることを特徴とするものである。

【0023】

この発明に係る光分散等化器は、グレーティングを有する光ファイバと、上記グレーティングに所定の温度分布を与えるヒータと、このヒータの温度制御を行うピータ制御回路と、直線状の溝を備え、この溝に上記光ファイバを収容すると共に、上記溝内の間隙に上記光ファイバに密着するゲル状物質を充填した短冊状部材と、上記ヒータと上記短冊状部材を搭載する基板と、上記グレーティングに与えられている所定の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持するためのペルチェ素子と、上記光ファイバの温度を検出する温度センサと、この温度センサが検出した温度に基づき上記ペルチェ素子を制御するペルチェ素子制御回路と、光信号を上記グレーティングに入力し、上記グレーティングにより反射された光信号を出力する光サーキュレータとを備えたものである。

【0024】

この発明に係る光ファイバ保持装置の製造方法は、短冊状部材の溝にゲル状物質を充填する第1のステップと、上記ゲル状物質が充填された上記短冊状部材の溝に、光ファイバを収容する第2のステップと、上記ゲル状物質が充填され上記光ファイバが収容された短冊状部材をヒータが搭載されている基板上に搭載する

第3のステップと、上記短冊状部材を上記基板上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータに対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたものである。

## 【0025】

この発明に係る光ファイバ保持装置の製造方法は、短冊状部材をヒータが搭載された基板上に固定する第1のステップと、上記基板上に固定された上記短冊状部材の溝にゲル状物質を充填する第2のステップと、上記ゲル状物質が充填された上記短冊状部材の溝に光ファイバを挿入して収容する第3のステップと、上記光ファイバを上記ヒータ上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータに対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたものである。

## 【0026】

この発明に係る光ファイバ保持装置の製造方法は、光ファイバを基板上に搭載されているヒータ上に載せる第1のステップと、上記ヒータ上に載せられている光ファイバにゲル状物質を塗布する第2のステップと、短冊状部材を上記基板上に搭載し、上記短冊状部材の溝に上記光ファイバを収容する第3のステップと、上記短冊状部材を上記基板上で移動して、上記グレーティングの上記ヒータに対する位置合わせを行う第4のステップとを備えたものである。

## 【0027】

## 【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置の構成を示す図である。図1において、6は光ファイバ1を収容するための直線状のV字溝を有する短冊状部材、7は短冊状部材6のV字溝に充填された充填剤としてのゲル状物質である。その他の構成は従来の図1~4に示すものと同様であり、同じ符号を付してその説明を省略する。図1に示すように、光ファイバ1が短冊状部材6の溝の壁面に非接触となるように、光ファイバ1と短冊状部材6の溝の壁面との間に隙間が設けられ、この隙間にゲル状物質7が充填されている。

## 【0028】

図2は短冊状部材の種々の変形例を示す図であり、図2(a)は溝をU字溝、図2(b)は溝を矩形溝、図2(c)は溝を台形溝、図2(d)は溝を円弧溝、図2(e)は溝を多角形溝としたものであり、図1に示すV字溝と同様に、光ファイバ1と短冊状部材6の溝の壁面との隙間にゲル状物質7を充填するように構成されている。

## 【0029】

短冊状部材6の材質の例としては透明で熱伝導率が低い石英が使用される。透明であることは、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを行うために必要であり、熱伝導率が低いことは、ヒータ3からの熱をグレーティング2以外に拡散させないために必要である。ここでは石英を使用しているが、この条件を満足する材質であれば石英以外の材質を使用しても良い。

## 【0030】

図3は短冊状部材の寸法例を示す図であり、図3(a)はV字溝の短冊状部材の寸法例を、図3(b)は矩形溝の短冊状部材の寸法例を示している。このような短冊状部材6の溝の寸法を決定する際に必要な要件としては、溝に収容された光ファイバ1が短冊状部材6の溝の壁面に非接触となるようにすることと、光ファイバ1と短冊状部材6の溝の壁面との間隙が大きすぎないようにすることである。

## 【0031】

これは、光ファイバ1が短冊状部材6の溝の壁面に接触すると、何らかの応力が印加された後の残留応力の解放度合いが低くなるからである。また、光ファイバ1と短冊状部材6の溝の壁面との間隙が大きすぎると、充填されるゲル状物質7の自重が印加され残留応力として働くからであり、これは、グレーティング2とヒータ3との短手方向の搭載位置精度にも影響する。

## 【0032】

図1及び図2に示すように、各種の溝を有した短冊状部材6に光ファイバ1を収容し、光ファイバ1と短冊状部材6の溝との隙間にゲル状物質7を充填し、グレーティング2がヒータ3上に位置するように光ファイバ1を搭載し、短冊状部材6を基板4上に搭載する。このように、光ファイバ1を短冊状部材6に収容し

てヒータ3上に搭載することにより、光ファイバ1の直線性を確保することができる。

#### 【0033】

光ファイバ1と短冊状部材6の溝との間隙に充填するゲル状物質7の作用について説明する。ゲル状物質7は一般的に高分子鎖同士が物理的又は化学的に結合することでネットワーク構造を形成し、溶媒を吸収して一定の体積に膨潤したもので、流動性を持っていた液体が流動性を持たずに自重でもくずれない程度に固まっている。その硬さはJIS規格等の硬度では計測できず、針を刺してその侵入具合で評価する「針入度」で評価される。

#### 【0034】

短冊状部材6を使用して光ファイバ1をヒータ3上に搭載した場合、曲がっている状態の光ファイバ1を強制的に短冊状部材6の直線状の溝に収容するために、曲がりを矯正された光ファイバ1のグレーティング2の部分又は全体に応力が残留することになる。光ファイバ1と短冊状部材6の溝との間隙に何もなければ、光ファイバ1は空間的に開放されることになり、必然的に残留していた応力は緩和される。この応力の緩和の度合いは光ファイバ1と短冊状部材6の溝との間隙の状態に依存し、間隙に何もない状態の場合が応力の緩和の度合いが大きいが、剛体のように硬度が高く、しかもその剛体が光ファイバ1と接着されている場合に、応力の緩和の度合いは小さくなる。

#### 【0035】

光ファイバ1と短冊状部材6の溝との間隙に充填する充填剤として、従来使用していた硬度の高い接着剤5と、このゲル状物質7を比較すると、硬度の高い接着剤5を充填させた場合には、残留応力の緩和の度合いは小さいが、ゲル状物質7のように硬度が低く、光ファイバ1と接着でなく密着しているだけのものであれば、応力の緩和の度合いは大きくなる。また、接着剤5は、界面で光ファイバ1と接着しているため、光ファイバ1の応力緩和の際に生じる自身の運動を妨害することになる。

#### 【0036】

図4はこの発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示

すフローチャートである。ステップST11において、短冊状部材6の溝にマイクロディスペンサによりゲル状物質7を塗布していくことにより、短冊状部材6の溝にゲル状物質7を充填する。

#### 【0037】

ステップST12において、ゲル状物質7が充填されている短冊状部材6の溝に光ファイバ1を収容する。このとき、グレーティング2の両端の光ファイバ1の表面に付加されたグレーティング2の位置決め用マーカ（図示せず）と短冊状部材6の両端を一致させる。この作業は位置制御可能な搭載装置を使用しても良いし、手作業で行っても良い。短冊状部材6の溝の短手方向の直線性の精度が数ミクロン単位であるため、グレーティング2は光ファイバ1が溝に収容された時点で長手方向の直線性が保証される。

#### 【0038】

ステップST13において、光ファイバ1が収容された短冊状部材6を基板4上に搭載する。図5は短冊状部材を基板上に搭載する様子を説明する図であり、図5に示すように、基板4上に形成された短冊状部材6の位置決め用マーカに合わせて短冊状部材6を基板4上に搭載することにより、光ファイバ1をヒータ3上に載せることができる。

#### 【0039】

ステップST14において、基板4上に搭載された短冊状部材6を吸引式の治具で保持し、その治具により基板4上で短冊状部材6を移動させ、グレーティング2のヒータ3に対する正確な位置合わせを行う。この作業は顕微鏡を使用して行われ、透明な石英で形成された短冊状部材6を透視して、数 $10\text{ }\mu\text{m}$ から数 $100\text{ }\mu\text{m}$ の単位でグレーティング2の長手方向及び短手方向のヒータ3に対する微調整を行う。

#### 【0040】

このように、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせの調整は、短冊状部材6を基板4上で移動させることにより行われる。そのため、短冊状部材6を移動させている間、光ファイバ1は短冊状部材6の溝の壁面から応力を受けるが、隙間に充填されているゲル状物質7は硬度が低いために、位置調整中に発生

する短冊状部材6の溝の壁面から光ファイバ1への応力は緩和される。つまり、光ファイバ1内に形成されたグレーティング2への応力も緩和される。これにより光学特性、特に偏波モード分散特性が劣化することなく、良好な偏波モード分散特性を維持することができる。

## 【0041】

次に充填剤としてゲル状物質7を使用した場合と従来のような接着剤等を使用した場合の偏波モード分散特性の比較結果について説明する。

図6は偏波モード分散特性を比較するために使用した充填剤の種類と性質を示す図であり、ここでは、シリコーン系接着剤、シリコーン系ペースト、シリコーン系ゲル状物質、エポキシ系紫外線硬化型接着剤（フィラー入り）、エポキシ系紫外線硬化型接着剤（フィラーなし）、エポキシ系2液性熱硬化型接着剤を使用している。なお、シリコーンはシリコン系の化合物を含むものである。また、図6の特徴欄におけるTgはガラス転移温度を示している。

## 【0042】

図7は偏波モード分散（PMD）の測定方法を示す図である。被測定デバイス55である光ファイバ保持装置は、図4に示す組み立て手順で組み立てられ、図6に示す充填剤を短冊状部材6の溝に充填している。図4のステップST14における微調整後、充填剤の硬化前の偏波モード分散を測定し、その後、図6に示す各硬化条件で充填剤を硬化させ、硬化後の偏波モード分散を測定している。

## 【0043】

図7において、波長可変LD（Laser Diode）51は所定の波長の光信号を出力し、変調器52は300MHzから1GHzの範囲で、所定の波長の光信号に強度変調をかけ、偏光ビームスプリッタ53は所定の波長の光信号を直交する2つの偏波A、Bの光信号に分割する。光スイッチ54は2つの偏波A、Bの光信号を切り換えて被測定デバイス55に入力する。PD（Photo Diode）56は被測定デバイス55からの2つの偏波A、Bの光信号の強度をモニタし、図示されていない測定器にて所定の波長の2つの偏波A、Bの光信号の位相差 $\Phi A - \Phi B$ を偏波モード分散（PMD）として観察する。

## 【0044】

波長可変LD51から出力される光信号の波長を $\lambda_1$ から $\lambda_n$ まで掃引して出力し、上記方法により、各波長 $\lambda_1$ から $\lambda_n$ におけるPMDの値 $P_1 \sim P_n$ を求める。そして、この波長帯域全体に対するPMDの値 $P_{1\sim n}$ は、次の(1)式に示すように $P_1 \sim P_n$ の平均値で定義する。

$$P_{1\sim n} = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / n \quad (1)$$

#### 【0045】

図8は偏波モード分散(PMD)の測定条件を示す図である。波長範囲、変調周波数、グレーティング2の分散量を図8に示す値としている。ここで、グレーティング2の分散量は、波長 $\lambda$ (nm)に対する群遅延(p s : p i c o s e c o n d)の傾きで示される。また、PMD平均値として、グレーティング2の上記(1)式に示す透過帯域内のPMDの値 $P_{1\sim n}$ を採用している。なお、PMD平均値の許容値は、周波数が10GHz以上の場合には2~3ps以下である。

#### 【0046】

図9は図6に示す各充填剤の硬化前及び硬化後のPMD平均値の測定結果を示す図である。図9に示すように、「硬化前」にすでにPMD平均値が高い値となったものは、エポキシ系の紫外線硬化型接着剤(フィラーなし)とエポキシ系2液性加熱硬化型接着剤である。この光学特性の劣化は、図4の組み立て手順のステップST14において、短冊状部材6を移動してグレーティング2のヒータ3に対する位置合わせ作業で発生した光ファイバ1への応力が緩和できずに発生したものと考えられる。

#### 【0047】

また、図9に示すように、「硬化後」にPMD平均値が上昇したものは、シリコーン系接着剤、シリコーン系ペースト及びエポキシ系紫外線硬化型接着剤(フィラー入り)である。この光学特性の劣化は、各充填剤の硬化の際の体積変化により、光ファイバ1に応力を与えたために発生したものと考えられる。

#### 【0048】

さらに、図9に示すように、「硬化前」と「硬化後」でPMD平均値が低く、しかも変化していないものはシリコーン系ゲル状物質だけである。このシリコ-

ン系ゲル状物質を使用することにより、短冊状部材6を移動してグレーティング2のヒータ3に対する位置合わせ作業で発生した硬化前の光ファイバ1への応力を緩和していると共に、硬化の際の体積変化により光ファイバ1に与えた応力を緩和することができたものと考えられる。

## 【0049】

このシリコーン系ゲル状物質は、液体シリコンを固体へ変化させる過程で反応を停止して得られるもので、その硬度は溶媒や化合物等により種々に変化するものであり、ここでは、例えば、GE東芝シリコン製のTSE3052等が使用される。

## 【0050】

なお、エポキシ系の紫外線硬化型接着剤（フィラーなし）とエポキシ系2液性加熱硬化型接着剤のように、「硬化後」のPMD平均値が低くても、「硬化前」のPMD平均値が高ければ、グレーティング2に与えた応力が残留していることも考えられるので、充填剤として使用することは不適切である。

## 【0051】

以上のように、この実施の形態1によれば、短冊状部材6の溝に硬度が低いゲル状物質7を充填し、短冊状部材6の溝に光ファイバ1を収容し、短冊状部材6を基板4上に搭載して光ファイバ1をヒータ3上に載せることにより、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを容易にでき、グレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができるという効果が得られる。

## 【0052】

この実施の形態1では、光ファイバ保持装置として、グレーティング2を有する光ファイバ1を短冊状部材6の溝に収容しているが、グレーティング2を有しない光ファイバ1を短冊状部材6の溝に収容しても良い。この場合の光ファイバ保持装置は、光ファイバ1の基板4に対して位置決めしたい部分を短冊状部材6の溝に収容しゲル状物質7を溝に充填した構成となる。このような構成は、例えば基板4に対して位置決めされているレーザダイオード、フォトダイオード、レンズ、アイソレータ、別の光ファイバ等の光学素子に対する光ファイバ1の位置

決め作業を容易にすることができます。

#### 【0053】

実施の形態2.

この発明の実施の形態2による光ファイバ保持装置の構成は、実施の形態1における図1、図2に示す光ファイバ保持装置と同じであるが、この光ファイバ保持装置の組み立て手順が実施の形態1と異なる。

#### 【0054】

図10はこの発明の実施の形態2による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示すフローチャートである。ステップST21において、短冊状部材6をヒータ3が搭載されている基板4上に予め固定する。このとき、図5に示すように、基板4上に形成された短冊状部材6の位置決め用マーカに合わせて短冊状部材6を基板4上に搭載する。

#### 【0055】

ステップST22において、基板4上に固定された短冊状部材6にゲル状物質7を充填する。このとき、短冊状部材6の長手方向の一方から、ゲル状物質7が入っているマイクロディスペンサによりゲル状物質7を供給する。ゲル状物質7は表面張力により短冊状部材6の溝に注入され、短冊状部材6の長手方向の他方に向かって浸透していく。この短冊状部材6の長手方向の他方に吸引ポンプを使用すると、ゲル状物質7の浸透時間を短くすることができる。

#### 【0056】

ステップST23において、ゲル状物質7が充填された短冊状部材6の溝に光ファイバ1を手作業により挿入して収容する。このとき、グレーティング2の両端の光ファイバ1の表面に付加されているグレーティング2の位置決め用マーカと短冊状部材6の両端を一致させる。挿入されていく光ファイバ1は、直線状の溝に自らの形状を合わせていくことで長手方向の直線性が保証される。さらに、挿入していく過程で、光ファイバ1は曲がり等による応力負荷の度合いもゲル状物質7により小さく抑えられる。

#### 【0057】

ステップST24において、短冊状部材6に収容された光ファイバ1を手作業

により移動させ、グレーティング2のヒータ3に対する正確な位置合わせを行う。この作業は顕微鏡を使用して行われ、透明な石英で形成された短冊状部材6を透視して、数 $10\text{ }\mu\text{m}$ から数 $100\text{ }\mu\text{m}$ の単位でグレーティング2の長手方向及び短手方向のヒータ3に対する微調整を行う。

## 【0058】

このように、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせの調整は、光ファイバ1を短冊状部材6の溝の中で移動させることにより行われる。そのため、光ファイバ1を移動させている間、光ファイバ1は短冊状部材6の溝の壁面から応力を受けるが、間隙に充填されているゲル状物質7は硬度が低いために、位置調整中に発生する短冊状部材6の溝の壁面から光ファイバ1への応力は緩和される。これにより光学特性、特に偏波モード分散特性が劣化することなく、良好な偏波モード分散特性を維持することができる。

## 【0059】

以上のように、この実施の形態2によれば、短冊状部材6をヒータ3が搭載されている基板4上に固定して、短冊状部材6の溝にゲル状物質7を充填し、光ファイバ1を短冊状部材6の溝に収容することにより、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを容易にでき、グレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができるという効果が得られる。

## 【0060】

この実施の形態2では、光ファイバ保持装置として、光ファイバ1のグレーティング2の部分を短冊状部材6の溝に収容しているが、実施の形態1と同様に、グレーティング2を有しない光ファイバ1の位置決め部分を短冊状部材6の溝に収容しても良い。

## 【0061】

実施の形態3。

この発明の実施の形態3による光ファイバ保持装置の構成は、実施の形態1における図1、図2に示す光ファイバ保持装置と同じであるが、この光ファイバ保持装置の組み立て手順が実施の形態1及び実施の形態2と異なる。

## 【0062】

図11はこの発明の実施の形態3による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示すフローチャートである。ステップST31において、グレーティング2の両端の光ファイバ1の表面に付加されているグレーティング2の位置決め用マーカとヒータ3の両端を合わせるようにして、光ファイバ1をヒータ3上に載せる。このとき、光ファイバ1を真っ直ぐにヒータ3に載せるためには、グレーティング2の両端の光ファイバ1を保持機構により保持し、この保持機構を駆動系で光ファイバ1の長手方向に移動させ、CCD画像解析の位置検出機構により、グレーティング2の両端の光ファイバ1の表面に付加されているグレーティング2の位置決め用マーカとヒータ3の両端を合わせる。

## 【0063】

ステップST32において、ゲル状物質7をヒータ3上に載せられている光ファイバ1に塗布する。このとき、ゲル状物質7が入っているマイクロディスペンサによりゲル状物質7を塗布するが、ゲル状物質7の滴下量、マイクロディスペンサの走査速度、マイクロディスペンサの先端と光ファイバ1の塗布面との距離等を正確に制御して、塗布されるゲル状物質7の幅と高さ方向の厚さを所定の値に保つ必要がある。

## 【0064】

ステップST33において、短冊状部材6をゲル状物質7が塗布されている光ファイバ1上に搭載し、光ファイバ1を強制的に短冊状部材6の溝に収容する。図12は光ファイバ保持装置の組み立て手順を説明する図であり、図12(a)に示すように、光ファイバ1をできるだけ真っ直ぐな状態でヒータ3上に載せたとしても、数十から数百ミクロン単位でのグレーティング2のヒータ3に対する位置ずれが発生する。この状態で図12(b)に示すように、短冊状部材6を基板4上に形成された短冊状部材6の位置決め用マーカに合わせて、光ファイバ1に被せるように上から装着し、光ファイバ1を強制的に短冊状部材6の溝に収容することで、グレーティング2の長手方向の直線性が保証される。

## 【0065】

このように、短冊状部材6をゲル状物質7が塗布されている光ファイバ1上に

搭載する際には、吸引式の治具で短冊状部材6を保持して、光ファイバ1に対して短冊状部材6の長手方向を斜めにした状態で搭載を開始する。初めに短冊状部材6の一端が光ファイバ1に塗布されているゲル状物質7に接触し、ゲル状物質7が短冊状部材6の底面と溝に濡れ始める。この状態から徐々に短冊状部材6の角度を小さくし、最終的に短冊状部材6が光ファイバ1と平行になり、短冊状部材6の他端までゲル状物質7が濡れた状態にする。このように、短冊状部材6を斜めにして徐々に角度を小さくして光ファイバ1上に搭載していくことにより、短冊状部材6の溝に気泡が入るのを防止している。

## 【0066】

図11のステップST34において、光ファイバ1上に搭載された短冊状部材6を吸引式の治具で保持し、その治具により基板4上で短冊状部材6を移動させ、グレーティング2のヒータ3に対する正確な位置合わせを行う。この作業は顕微鏡を使用して行われ、透明な石英で形成された短冊状部材6を透視して、数10μmから数100μmの単位でグレーティング2の長手方向及び短手方向のヒータ3に対する微調整を行う。

## 【0067】

このように、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせの調整は、短冊状部材6を基板4上で移動させることにより行われる。そのため、短冊状部材6を移動させている間、光ファイバ1は短冊状部材6の溝の壁面から応力を受けるが、隙間に充填されているゲル状物質7は硬度が低いために、位置調整中に発生する短冊状部材6の溝の壁面から光ファイバ1への応力は緩和される。これにより光学特性、特に偏波モード分散特性が劣化することなく、良好な偏波モード分散特性を維持することができる。

## 【0068】

以上のように、この実施の形態3によれば、光ファイバ1をヒータ3上に載せて、硬度が低いゲル状物質7を光ファイバ1に塗布し、短冊状部材6を基板4上に搭載し光ファイバ1を短冊状部材6の溝に収容することにより、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを容易にでき、グレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができると

いう効果が得られる。

## 【0069】

この実施の形態3では、光ファイバ保持装置として、光ファイバ1のグレーティング2の部分を短冊状部材6の溝に収容しているが、実施の形態1と同様に、グレーティング2を有しない光ファイバ1の位置決め部分を短冊状部材6の溝に収容しても良い。

## 【0070】

実施の形態4。

図13はこの発明の実施の形態4による光分散等化器の構成を示す図である。図13において、11は基板4を介してグレーティング2に与えられている所定の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持するためのペルチエ素子、12は光ファイバ1のグレーティング2部分の温度を検出する温度センサ、21は実施の形態1の図1に示す構成と同様の光ファイバ1、グレーティング2、ヒータ3、基板4、短冊状部材6、ゲル状物質7と、新たに追加したペルチエ素子11、温度センサ12により構成された光ファイバ保持装置である。

## 【0071】

また、図13において、22は温度センサ12が検出した温度に基づきペルチエ素子11を制御するペルチエ素子制御回路、23はヒータ3の温度制御を行うヒータ制御回路、24は光ファイバ1に入出力する光信号の経路上に配置され、光ファイバ1を伝搬する光信号をグレーティング2に入力し、グレーティング2により反射された光信号を出力する光サーチュレータである。図13に示すように、光分散等化器は、光ファイバ保持装置21、ペルチエ素子制御回路22、ヒータ制御回路23、光サーチュレータ24により構成されている。

## 【0072】

光ファイバ保持装置21は、上記各実施の形態と同様にして組み立てられているので、短冊状部材6の溝に光ファイバ12を収容し、短冊状部材6の溝にゲル状物質7を充填することにより、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせも容易にでき、グレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防止している。

## 【0073】

次に動作について説明する。

ペルチェ素子制御回路22は温度センサ12の検出温度に基づいてペルチェ素子11を制御して、グレーティング2の温度分布の温度レベルを所定レベルに保持する。この実施の形態では、温度センサ12はグレーティング2の長手方向中央付近の温度を検出するように配置されており、ペルチェ素子制御回路22は温度センサ12の検出温度が目標とする温度分布の中心温度に一致するようにペルチェ素子11を制御する。このように、ヒータ3の温度とペルチェ素子11の温度を制御することにより、光信号の分散を補償するためにグレーティング2に与える温度を所望の温度に安定化している。光サーチュレータ24に入力された光信号は光ファイバ保持装置21に入力され、グレーティング2により反射し、光サーチュレータ24から出力される。

## 【0074】

以上のように、この実施の形態4によれば、ゲル状物質7が充填された短冊状部材6の溝に光ファイバ1を収容し、グレーティング2をヒータ3上に搭載した光ファイバ保持装置21を使用して光分散等化器を構成することにより、グレーティング2のヒータ3に対する位置合わせを容易にでき、グレーティング2のヒータ3に対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができるという効果が得られる。

## 【0075】

## 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、光ファイバの所定位置に対する位置合わせを容易にすることができ、光ファイバの所定位置からの位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐことができるという効果がある。

## 【0076】

この発明によれば、グレーティングのヒータに対する位置合わせを容易にすることができ、グレーティングのヒータに対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐができるという効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置の構成を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置における短冊の種々の変形例を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置における短冊の寸法例を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態1による光ファイバ保持装置における短冊を基板上に搭載する様子を説明する図である。

【図6】 偏波モード分散特性を比較するために使用した充填剤の種類と性質を示す図である。

【図7】 偏波モード分散の測定方法を示す図である。

【図8】 偏波モード分散の測定条件を示す図である。

【図9】 各充填剤の硬化前及び硬化後のPMD平均値の測定結果を示す図である。

【図10】 この発明の実施の形態2による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示すフローチャートである。

【図11】 この発明の実施の形態3による光ファイバ保持装置の組み立て手順を示すフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態3による光ファイバ保持装置の組み立て手順を説明する図である。

【図13】 この発明の実施の形態4による光分散等化器の構成を示す図である。

【図14】 従来の光ファイバ保持装置の構成を示す図である。

【図15】 従来の他の光ファイバ保持装置の構成を示す図である。

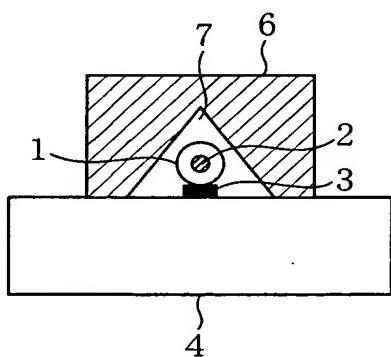
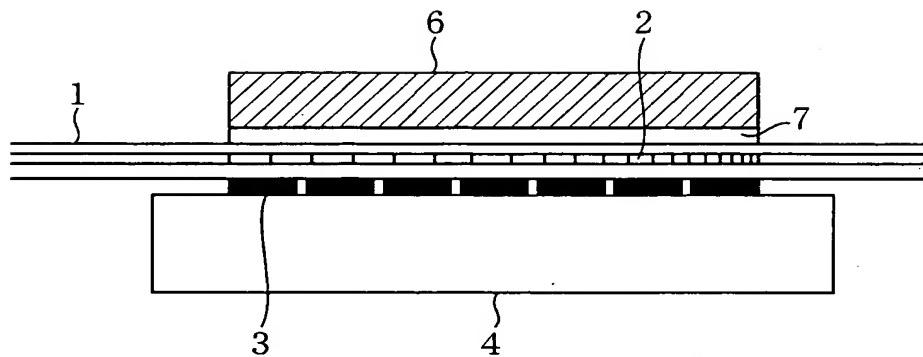
【符号の説明】

- 1 光ファイバ、 2 グレーティング、 3 ヒータ、 4 基板、 6 短冊状部材、 7 ゲル状物質、 11 ペルチェ素子、 12 温度センサ、 21 光ファイ

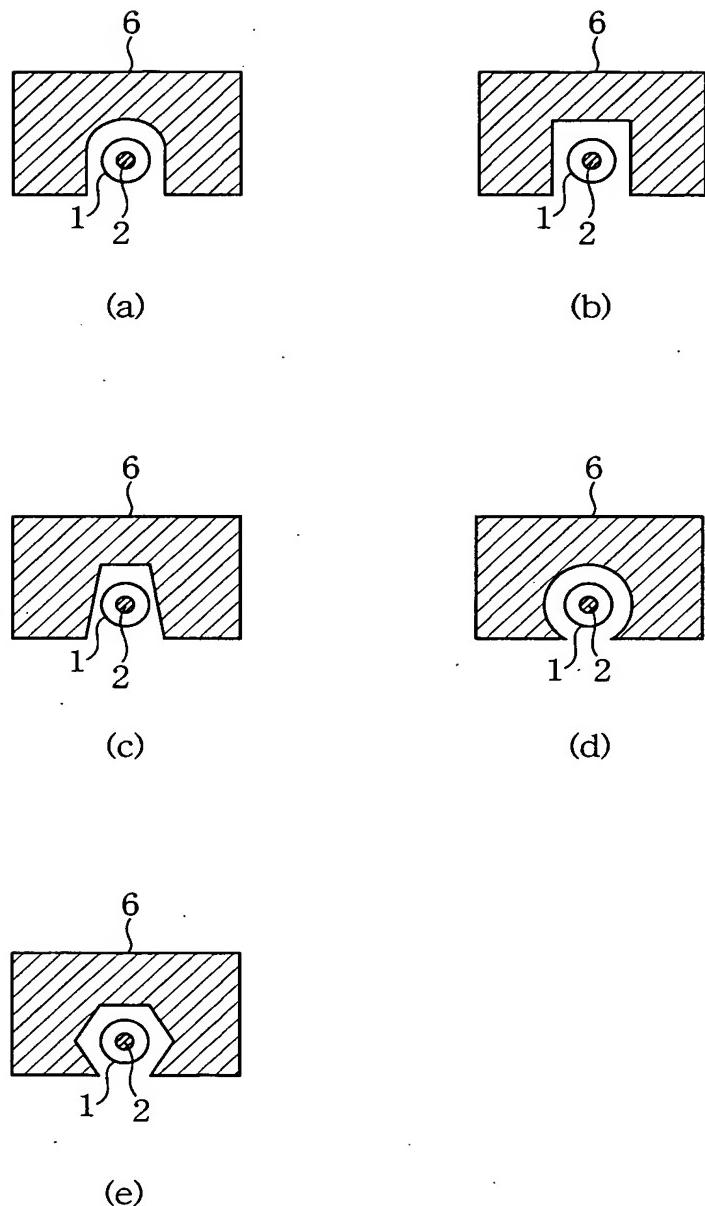
バ保持装置、22 ペルチエ素子制御回路、23 ヒータ制御回路、24 光サ  
ーキュレータ、51 波長可変LD、52 変調器、53 偏光ビームスプリッ  
タ、54 光スイッチ、55 被測定デバイス、56 PD。

【書類名】 図面

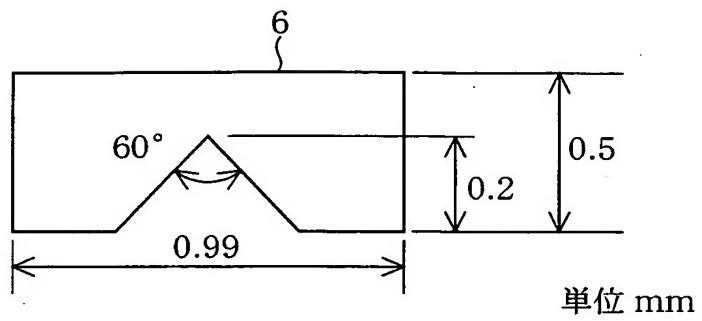
【図1】



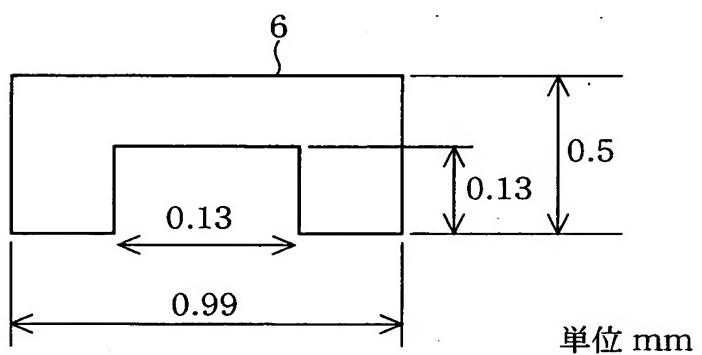
【図2】



【図3】

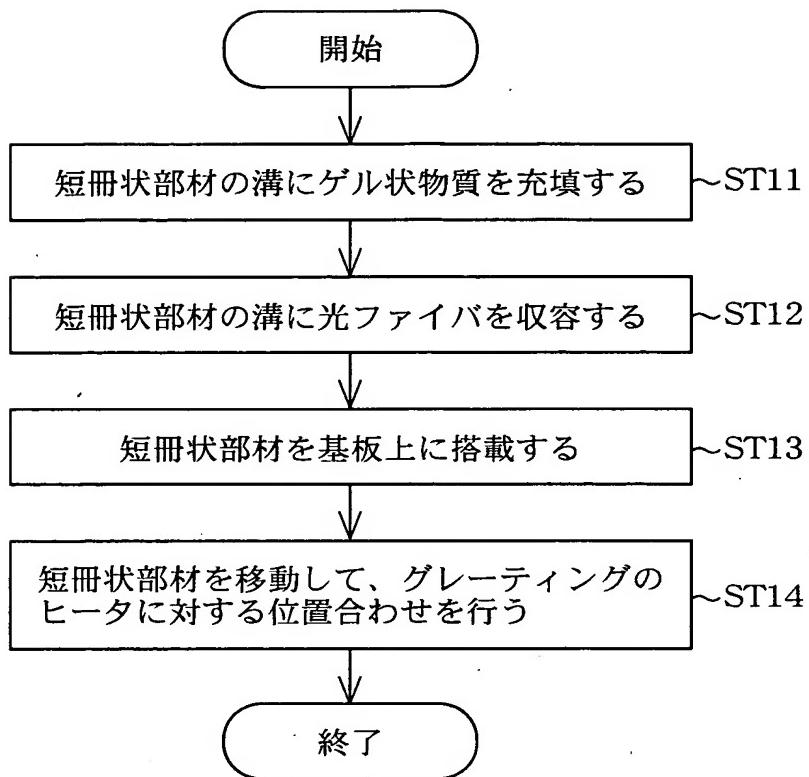


(a)

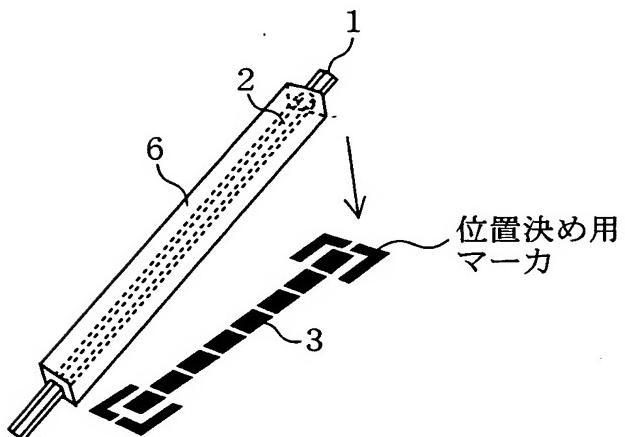


(b)

【図4】



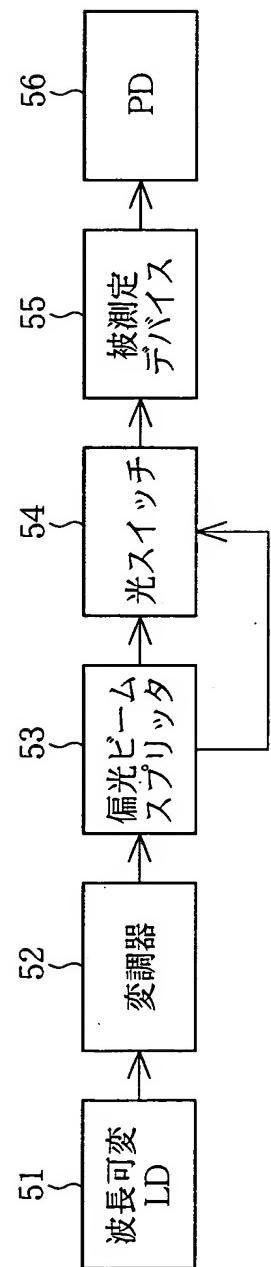
【図5】



【図6】

分類	種類	硬化条件	硬度	特徴
シリコーン系 接着剤	150℃ 1時間	JIS A 28	軟質、耐熱、高接着力	
	常温 未硬化	-	充填剤。塗布後溶剤が揮発するため信頼性に欠ける。	
ゲル状物質	150℃ 1時間	針入度 85	密着タイプ。超軟質、耐熱	
エポキシ系	紫外線硬化型接着剤 (フィラー入り)	UV照射1分	JIS D 90 硬化時間が短い。フィラーで 部剤の固定を安定化。 $T_g$ 160°C以上、硬化収縮小	
	紫外線硬化型接着剤 (フィラーなし)	UV照射1分	JIS D 90 硬化時間が短い。 $T_g$ 160°C以上、硬化収縮小	
	2液性加熱硬化型接着剤	70℃ 1時間	耐熱性低い	

【図7】



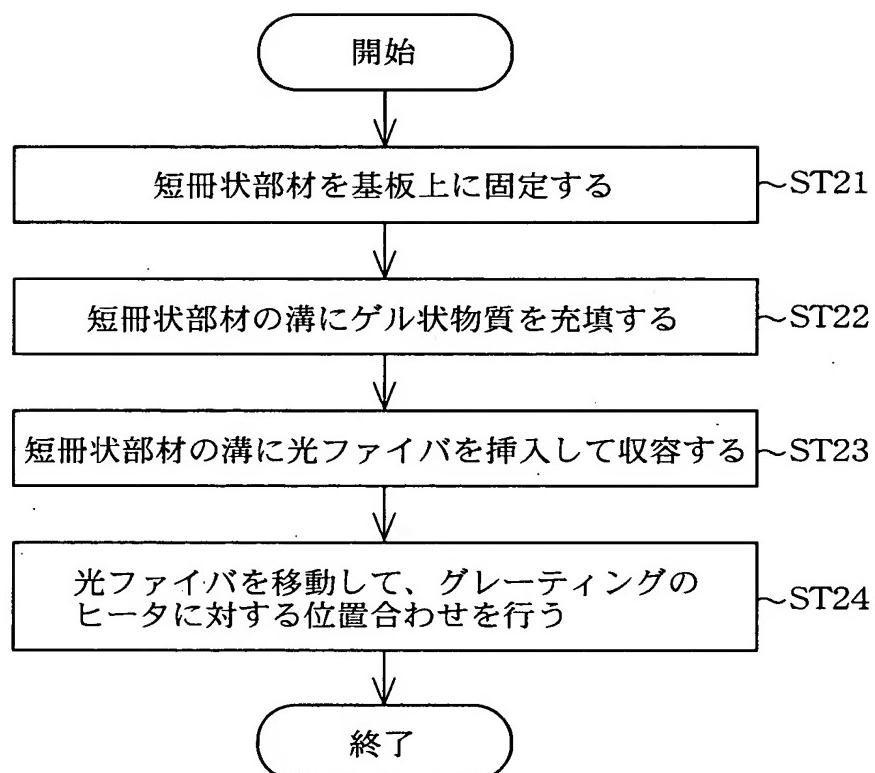
【図8】

PMDの測定条件	
波長範囲	1548nm～1550nm
変調周波数	500MHz
グレーティングの分散量	-250ps/nm
PMD平均値	透過帯域内のPMDの平均値

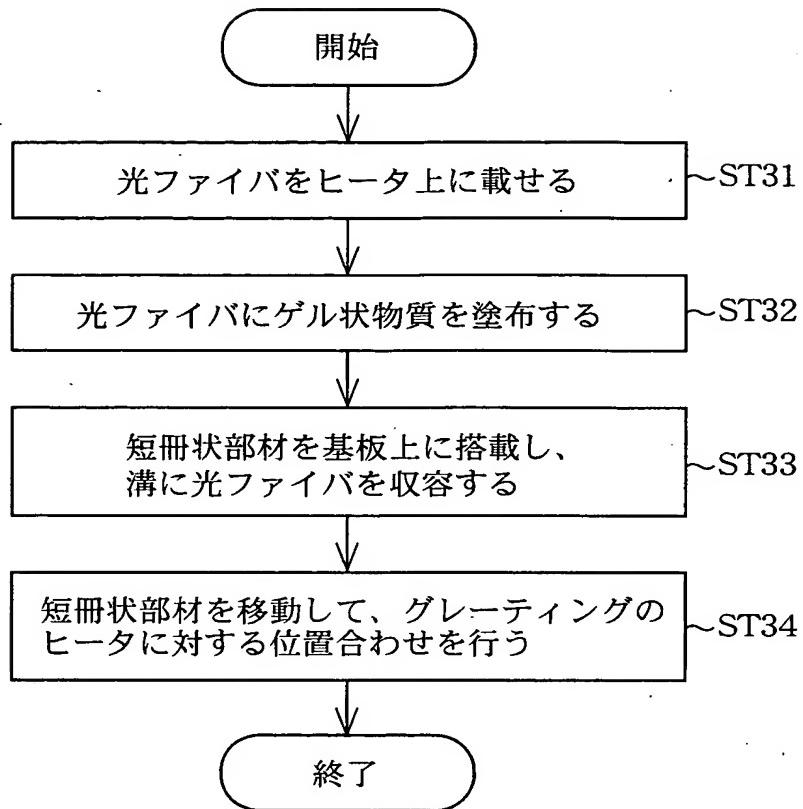
【図9】

充填剤		PMD平均値(ps)	
分類	種類	硬化前	硬化後
シリコーン系	接着剤	1.7	3.7
	ペースト	1.2	5.3
	ゲル状物質	1.2	1.2
エポキシ系	紫外線硬化型接着剤 (フィラー入り)	2.8	5.1
	紫外線硬化型接着剤 (フィラーなし)	5.3	2.8
	2液性加熱硬化型接着剤	4.8	0.9

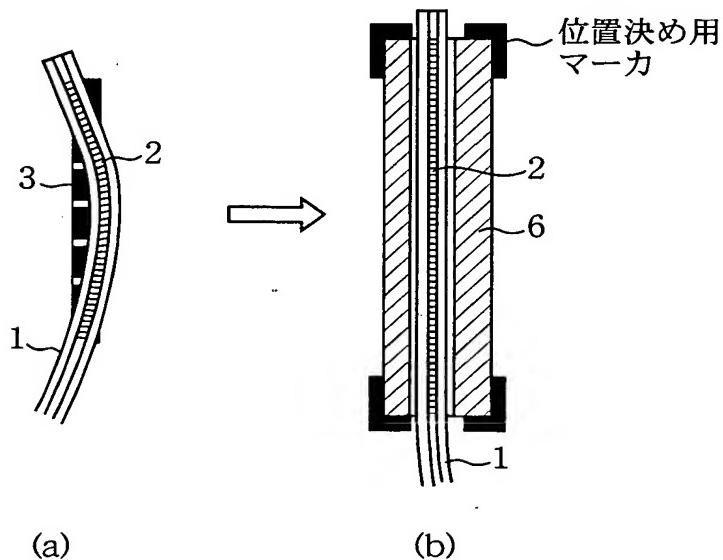
【図10】



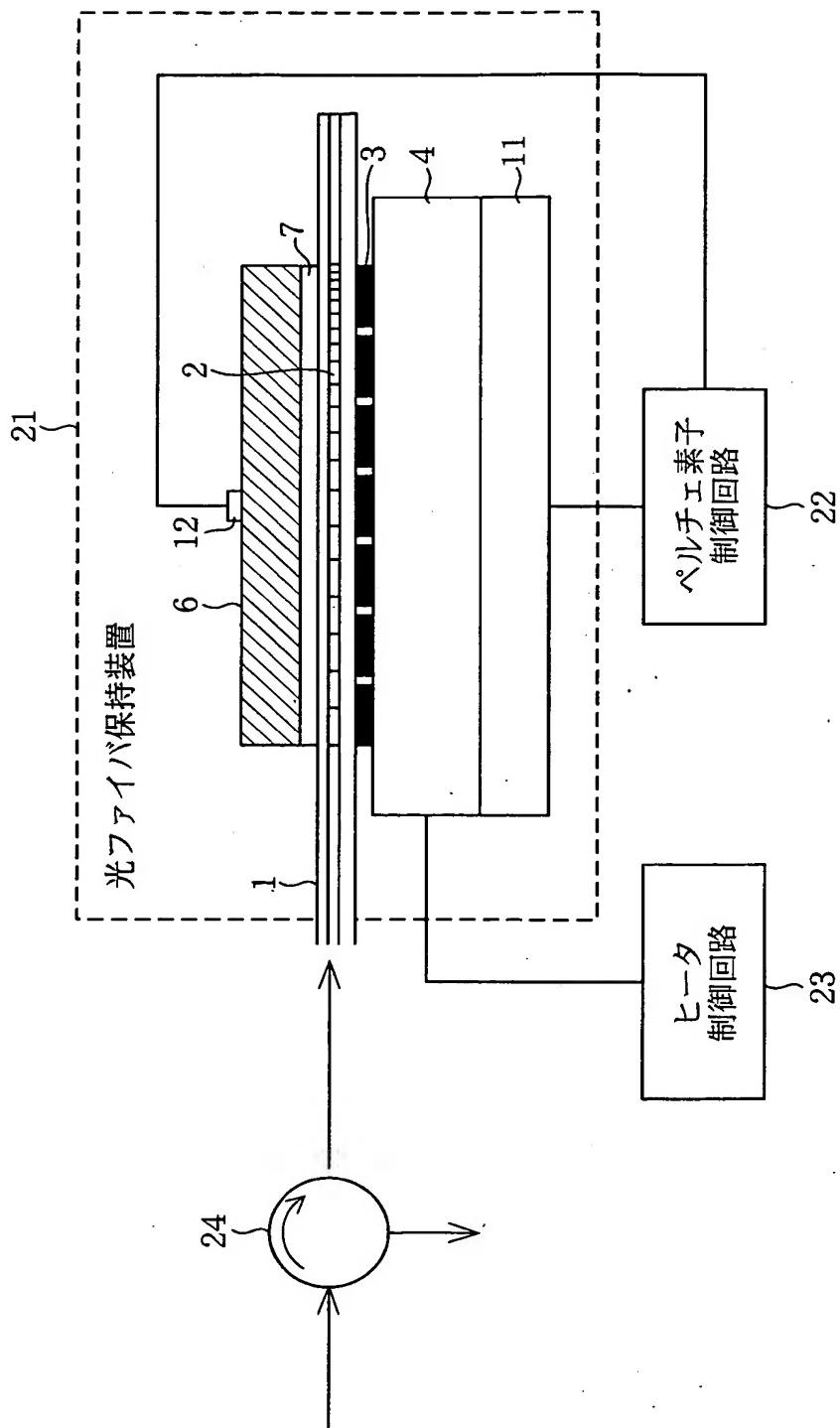
【図11】



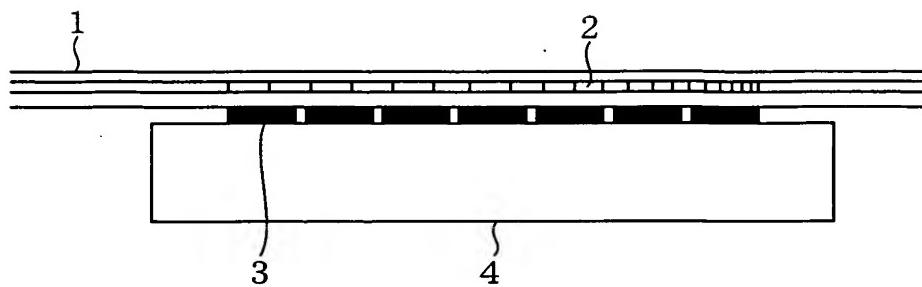
【図12】



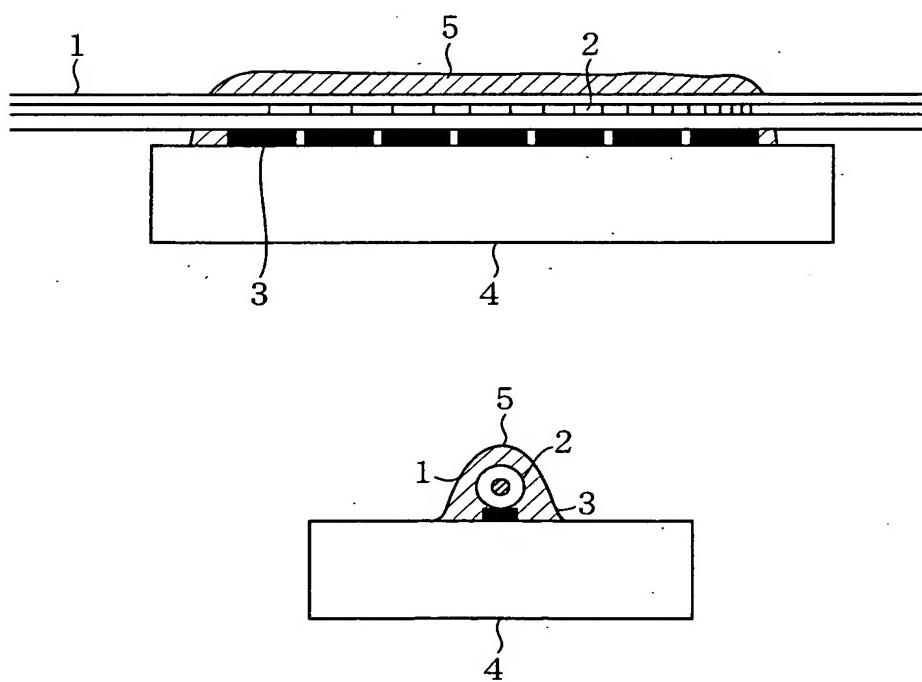
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 グレーティングのヒータに対する位置合わせを容易にし、グレーティングのヒータに対する位置ずれを起こさず、偏波モード分散特性の劣化を防ぐ。

【解決手段】 伝搬する複数の波長の光信号を反射させるグレーティング2を有する光ファイバ1と、グレーティング2に所定の温度分布を与えるヒータ3と、直線状の溝を備え、この溝に光ファイバ1を収容すると共に、溝内の間隙に光ファイバ1に密着するゲル状物質7を充填した短冊状部材6と、ヒータ3と短冊状部材6を搭載する基板4とを備える。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社